



DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

②① Numéro de dépôt : 93403013.1

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>: G06F 11/26, H04J 3/14

②② Date de dépôt : 14.12.93

**(30) Priorité : 16.12.92 FR 9215175**

④3 Date de publication de la demande :  
22.06.94 Bulletin 94/25

⑧4 Etats contractants désignés :  
DE GB

**(71) Demandeur : FRANCE TELECOM**  
**6, Place d'Alleray**  
**F-75015 Paris (FR)**

**(72) Inventeur : Houdoin, Thierry**  
**Cabinet Ballot-Schmit,**  
**7, rue Le Sueur**  
**F-75116 Paris (FR)**  
**Inventeur : Wipliez, Christian**  
**Cabinet Ballot-Schmit,**  
**7, rue Le Sueur**  
**F-75116 Paris (FR)**

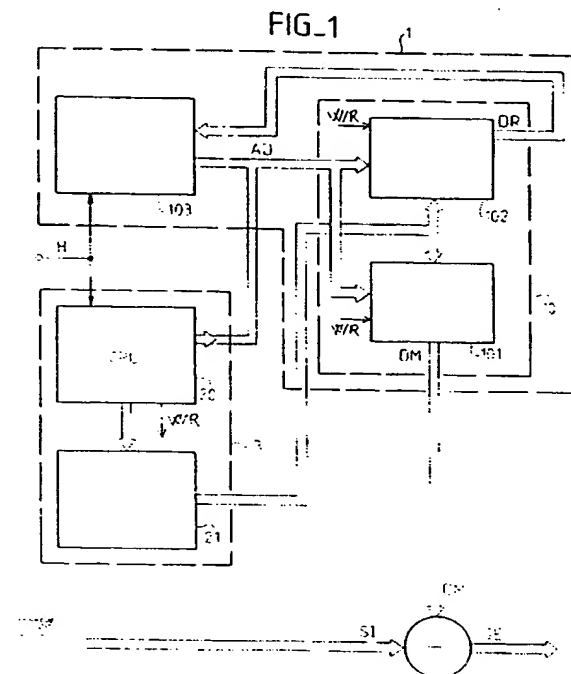
74) Mandataire : Schmit, Christian Norbert Marie  
et al  
Cabinet Ballot-Schmit  
7, rue Le Sueur  
F-75116 Paris (FR)

**(54) Procédé de génération d'erreurs binaires et dispositif de mise en oeuvre du procédé.**

57 L'invention concerne un procédé et un dispositif de génération d'erreurs binaires dans un signal incident de format et de débit correspondant aux normes de transmission d'un réseau notamment à la transmission en mode ATM.

Le dispositif comporte pour cela des moyens de programmation (1) permettant d'enregistrer différents modèles d'erreurs relatifs à la transmission sur différents réseaux et de lire le modèle désiré au rythme du signal incident pour introduire des bits d'erreur dans ce signal.

L'invention s'applique à la simulation de réseaux de transmission notamment ATM.



**EP 0 603 053 A1**

L'invention concerne un procédé de génération d'erreurs binaires dans un signal numérique incident pour notamment simuler des erreurs dues à la transmission de ce signal sur un réseau donné.

L'invention concerne également un dispositif de génération d'erreurs binaires.

L'invention s'applique en particulier à la fabrication de simulateurs de réseau de transmission.

On ne connaît pas aujourd'hui de système qui permette de réaliser une génération d'erreurs binaires permettant de s'approcher des caractéristiques réelles d'un réseau de transmission quelque soit le réseau.

La présente invention s'applique à la génération d'erreurs binaires pour tout type de réseau et notamment pour un réseau ATM ( Asynchronous Transfert Mode).

On rappelle à ce propos qu'un réseau ATM permet la transmission d'informations numériques ayant des débits variés et pouvant être importants allant jusqu'à 155 Mbit/s.

On rappelle également que la transmission mode ATM se fait par transfert de blocs d'informations de longueur constante. La quantité élémentaire d'informations transmises est de 48 octets; le bloc d'informations transmis en ATM est dénommé cellule et est identifié dans le temps par une étiquette de 5 octets. La longueur totale d'une cellule est donc de 53 octets.

On rappelle également que deux autres grandes classes de modes de transmissions numériques existent également à l'heure actuelle. Il s'agit du mode circuit également à l'heure actuelle. Il s'agit du mode circuit à 64K bit/s et du mode paquet utilisé par exemple par le réseau Transpac.

De façon plus précise, l'invention concerne un procédé de génération d'erreurs binaires dans un signal numérique incident ayant un format et ayant un débit correspondant aux normes de transmission d'un réseau donné, principalement caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

- enregistrer un ou plusieurs modèles d'erreurs prédéterminés;
- charger dans des moyens de mémorisation à lecture et écriture le modèle désiré de manière à obtenir un signal numérique de génération d'erreurs par lecture de ces moyens de mémorisation,
- combiner le signal de génération d'erreurs au signal incident de manière à introduire des erreurs sur des éléments binaires de ce signal.

Selon une autre caractéristique de l'invention, la combinaison des signaux consiste à inverser des éléments binaires du signal incident pendant la présence du signal de génération d'erreurs.

Selon l'invention chaque modèle est prédéterminé soit à partir de lois mathématiques par exemple la loi de Poisson ou autre, soit à partir de mesures effectuées sur une transmission réelle sur ledit réseau.

Selon un autre aspect de l'invention le signal numérique de génération d'erreurs est constitué de mots correspondants à des motifs d'erreurs et le chargement dans les moyens de mémorisation consiste d'une part à charger ces motifs et d'autre part à charger la distance entre les motifs c'est à dire le nombre de fois que doit être répété chaque motif, l'opération de lecture du motif consistant alors à lire successivement autant de fois que l'indique le nombre mémorisé pour ce motif.

L'invention concerne également un dispositif de génération d'erreurs binaires dans un signal numérique incident ayant un format et un débit correspondant aux normes d'un réseau de transmission donné principalement caractérisé en ce qu'il comporte :

- des premiers moyens de mémorisation dans lesquels sont enregistrés un ou plusieurs modèles prédéterminés de génération d'erreurs,
- des deuxièmes moyens de mémorisation à lecture et écriture dans lesquels on charge au moment voulu le modèle désiré de manière à obtenir un signal numérique de génération d'erreurs par lecture de ces deuxièmes moyens de mémorisation,
- des moyens de commande aptes à commander des opérations de lecture et d'écriture des deuxièmes moyens de mémorisation,
- des moyens de combinaison du signal incident et du signal de génération d'erreurs obtenu par lecture dans les deuxièmes moyens de mémorisation.

Selon un autre aspect de l'invention les moyens de mémorisation comportent une première et une deuxième zone mémoire, le signal d'erreurs est constitué de mots correspondant à des motifs d'erreurs, ces motifs étant chargés dans la première zone mémoire, la deuxième mémoire comportant des mots correspondant aux nombres de fois que doit être lu successivement un motif; le dispositif comportant en outre un compteur d'adresse permettant d'adresser les mémoires, ce compteur étant incrémenté après attente du nombre de cycle obtenu la deuxième zone mémoire.

Selon une autre caractéristique de l'invention le dispositif comporte en outre lorsqu'on veut simuler un réseau ATM des moyens de codage de correction d'erreurs sur les en-têtes de cellules et des moyens de décodage de correction d'erreurs de ces mêmes en-têtes placés respectivement en amont et en aval des moyens de combinaison.

D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description qui est faite à titre illustratif et non limitatif et en regard des figures sur lesquels :

- la figure 1 représente un schéma de réalisation d'un dispositif conforme à l'invention,
- la figure 2 représente un schéma du dispositif selon une variante de réalisation adaptée plus

particulièrement au réseau ATM.

Le dispositif conforme à l'invention et représenté sur la figure 1, comporte des moyens de mémorisation 1 commandés en lecture et écriture par des moyens de commande 3 comportant une unité centrale de traitement 3. Cette unité centrale de traitement 3 est associée à des moyens de mémorisation de programmes et de données permettant de mettre en oeuvre le procédé. Dans ces moyens de mémorisation sont préalablement enregistrés un ou plusieurs modèles de génération d'erreurs.

Chaque modèle enregistré est défini par une loi mathématique connue. On peut citer à ce titre une loi telle que la loi de Poisson. Les modèles enregistrés peuvent aussi être le résultat de mesure effectuées lors de transmissions réelles sur les différents réseaux.

On dispose ainsi de modèles relatifs à tout réseau de transmission. Pour procéder à la génération d'erreurs binaires sur un signal incident de format et de débit correspondant à celui d'une transmission sur un réseau donné, on charge le modèle d'erreurs correspondant à la transmission sur ce réseau dans les moyens de mémorisation 1. Le chargement est réalisé par l'unité centrale de traitement qui commande pour cela l'écriture du modèle dans ces moyens de mémorisation et qui commande ensuite la lecture du modèle enregistré au rythme d'arrivée des données du signal incident.

Les données lues dans les moyens de mémorisation au rythme du signal incident SI sont combinées de manière à fournir un signal SE reproduisant les caractéristiques de transmission du réseau choisi.

Un tel signal SE permet en effet de simuler une transmission sur ce réseau.

La combinaison des deux signaux consiste à inverser l'état logique des éléments binaires du signal incident SI quand les éléments binaires du signal de génération d'erreurs DM sont actifs.

En effet le modèle chargé dans les moyens de mémorisation de génération d'erreurs 1 se présente sous la forme d'éléments binaires se trouvant à l'état logique 0 ou 1 selon la convention adoptée pour obtenir une erreur ou pas d'erreur sur le signal incident.

Selon la convention adoptée dans la réalisation pratique on a choisi de mémoriser un zéro lorsque l'on ne veut pas générer d'erreur et de mémoriser un 1 lorsque l'on veut générer une erreur.

On rappelle ici que le taux d'erreurs sur des réseaux de transmission est généralement faible de l'ordre de  $10^{-10}$ . Même dans le cas où l'on prend un taux d'erreur de  $10^{-6}$ , ce qui est considéré comme excessif, cela se traduit par un million de bit à zéro dans la mémoire puis 1 bit à 1 et ainsi de suite si le modèle est récurant. La taille mémoire requise peut donc être considérable.

Ainsi conformément à un autre aspect de l'invention pour éviter d'avoir à utiliser une mémoire de très

grande capacité pour la mémorisation du modèle qui va être lu au rythme du signal incident, on utilise un codage donnant deux types d'informations que l'on a représenté pour faciliter la compréhension, par deux zones mémoire distinctes sur la figure 1, mais qui bien entendu peuvent être sur un seul composant mémoire. Le premier type d'information est constitué de mots correspondants à des motifs d'erreurs et l'autre à la distance entre les erreurs. Ainsi au lieu de stocker un motif d'erreur 0 ou 1 correspondant à chaque bit du train incident on a choisi de coder le nombre de fois que va être répété un motif d'erreur, le motif d'erreur valant 0 lorsqu'il n'y a pas d'erreur selon la convention qui a été prise. De longues séquences sans erreur peuvent ainsi être codées avec beaucoup moins de bits.

Comme cela a été expliqué ci-dessus on a représenté sur la figure 1 les moyens de mémorisation 1, ces moyens comportant une mémoire 10 comprenant une zone mémoire de motif 101 et une zone mémoire de répétition 102. Un compteur d'adresse 103 est également prévu pour adresser en lecture les mémoires 101 et 102 par le bus d'adresse AD.

L'unité centrale de traitement 3 est réalisée par exemple par un microprocesseur 20 associé à des périphériques non représentés mais classiques. Seule, une mémoire programmable 21 à lecture est représentée. Cette mémoire est du type mémoire ROM et comporte les modèles préalablement enregistrés.

Selon un exemple de réalisation pratique les modèles se présentent sous la forme d'un ensemble de motifs d'erreurs correspondant à des mots de 8 bits. A chaque motif d'erreur correspond un mot de 16 bits permettant de coder le nombre de fois que le motif associé doit être répété lors de la génération d'erreurs.

Un bus de donnée D permet de charger la mémoire de motifs d'erreurs 101, des données DM et la mémoire de répétition 102 des données issues de la mémoire 20. L'unité centrale donne pour cela un ordre d'écriture dans ces mémoires au moyen du signal de commande W/R. L'adressage des mémoires 101 et 102 pendant l'écriture est réalisée par l'unité centrale au moyen du bus d'adresse AD.

En revanche l'adressage des mémoires 101 et 102 pour une lecture est réalisée par le compteur 103 au moyen du bus d'adresse AD sur commande également du signal W/R.

Le compteur 103 est piloté par une horloge externe H correspondant au rythme d'arrivée des données du signal incident SI. A l'initialisation le compteur est pointé à la première adresse des mémoires 101 et 102 et est chargé par la valeur contenue à la première adresse de la mémoire de répétition 102. Le compteur reste à cette adresse jusqu'à ce que la valeur chargée dans ce compteur revienne par décrémentation à la position initiale du compteur. Le compteur passe alors à l'adresse suivante.

Ainsi le mot mémorisé à une adresse donnée dans la mémoire 101 est répété autant de fois que l'indique la valeur mémorisée dans la mémoire 102 à l'adresse pointée par le compteur. Le compteur passe à l'adresse suivante dès qu'il se retrouve à sa position initiale. Les mots DM lus dans la mémoire 101 sont combinés au signal incident SI à la cadence d'arrivée de ce signal et permettent d'obtenir un signal SE ayant les caractéristiques d'un signal transmis par un réseau de transmission donné.

La combinaison du signal SI et des motifs d'erreur DM est obtenu par une porte logique 2 du type OU exclusif qui permet d'inverser des bits de ce signal quand les bits d'erreur sont actifs.

La mémoire de répétition 102 et la mémoire de motif 101 peuvent bien entendu être réalisées à partir d'un seul composant mémoire. A titre d'exemple si l'on dispose d'un composant mémoire organisé en 256 kmots de 4 bits cela conduit à disposer d'une mémoire d'erreur de 256 kmots de 24 bits selon l'exemple qui a été pris précédemment, la répétition étant codée sur 16 bits et les motifs d'erreur sur 8 bits.

Une telle configuration permet d'atteindre un taux d'erreur minimum de  $7,3 \cdot 10^{-12}$  soit une période de répétition de 15 minutes environ et cela dans des conditions optimales c'est à dire pour une seule erreur dans le flux.

Pour un modèle d'erreur plus complexe, on peut par exemple envisager un modèle d'erreur avec  $10^{10}$  bits sans erreur puis 4 erreurs consécutives puis 100 bits corrects puis  $10^5$  bits avec un taux d'erreur moyen de  $10^{-3}$ . Une telle séquence occupera environ 19300 mots en mémoire sur les 262144 disponibles ( $256 \times 1024$  mots). Sans codage de la distance entre deux erreurs comme cela vient d'être décrit un tel modèle occuperait environ  $1,25 \cdot 10^6$  octets de mémoire.

Ce dispositif permet de générer une séquence d'une taille maximale de  $1,37 \cdot 10^{11}$  bits avec une mémoire limitée à  $6,3 \cdot 10^6$  bits de mémoire.

On a représenté sur la figure 2 une variante de réalisation du dispositif conforme à l'invention. Cette variante, permet de s'approcher au mieux d'une transmission en mode ATM et permet de ce fait de simuler au mieux une transmission sur réseau ATM.

Lè dispositif comporte alors des moyens de génération d'un code correcteur d'erreurs 4 placés en amont des moyens de combinaison 2 et il comporte également des moyens de décodage 5 de ce code de correction d'erreurs placé en aval de ces moyens 2.

Ainsi les moyens de génération du code correcteur d'erreurs 4 vont permettre de protéger grâce à ce code les octets de l'en-tête des cellules du signal incident de format ATM tel que préconisé par la norme ATM.

Ce code va par conséquent permettre de corriger les erreurs qui peuvent être générées à partir du dispositif sur l'en-tête des cellules.

Pour répondre à la norme ATM cette correction

n'est faite que sur une seule erreur par en-tête. Lorsque plus d'une erreur est détectée par les moyens de décodage du code correcteur d'erreurs la cellule est détruite comme cela est préconisée par la norme ATM.

Les circuits utilisés pour réaliser la génération du code correcteur d'erreurs et le décodage de ce code correcteur d'erreurs sont des circuits que l'on peut trouver dans le commerce.

A titre d'exemple de réalisation pratique on pourra prendre par exemple un circuit Xilinx (3020PC68) pour réaliser la génération du code correcteur d'erreur et un circuit Xilinx (3042PG132) pour réaliser le décodage du code correcteur d'erreurs.

A titre d'exemple également les moyens de mémorisation 10 peuvent être réalisés par une mémoire de type RAM vidéo. Le port données parallèles est utilisé par l'unité centrale

de traitement pour les accès en écriture et le port série est utilisé comme accès en lecture seule pour la sortie des données au rythme du bus ATM.

## 25 Revendications

1. Procédé de génération d'erreurs binaires dans un signal numérique incident de format et de débit correspondant aux normes de transmission d'un réseau donné, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

- enregistrer un ou plusieurs modèles prédéterminés de génération d'erreurs;
- charger dans des moyens de mémorisation à lecture et écriture le modèle désiré de manière à obtenir un signal numérique de génération d'erreur par lecture de ces moyens de mémorisation, le signal numérique de génération d'erreur étant constitué de mots correspondant à des motifs d'erreur, le chargement dans les moyens de mémorisation consistant d'une part à charger ces motifs et d'autre part à charger le nombre de fois que doit être répété chaque motif et l'opération de lecture consistant à lire successivement autant de fois le motif que l'indique le nombre mémorisé pour ce motif,
- combiner le signal de génération d'erreur au signal incident au rythme d'arrivée des éléments binaires de ce signal incident, de manière à introduire des erreurs sur des éléments binaires de ce signal.

2. Procédé de génération d'erreurs binaires selon la revendication 1, caractérisé en ce que la combinaison des deux signaux consiste à inverser l'état logique des éléments binaires du signal

incident pendant la présence du signal de génération d'erreur.

3. Procédé de génération d'erreurs binaires selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que chaque modèle est prédéterminé à partir d'une loi mathématique et/ou à partir de mesures effectuées lors d'une transmission sur ledit réseau. 5
4. Procédé de génération d'erreurs binaires selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le réseau est un réseau ATM, en ce que le signal incident comporte des blocs d'informations transmis sous la forme de cellules constituées d'octets d'en-tête suivis d'octets d'information. 10 15
5. Procédé de génération d'erreurs binaires selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les motifs sont des mots de 8 bits et en ce que le nombre de fois que doit être répété un octet est codé sur 16 bits. 20
6. Procédé de génération d'erreurs binaires selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il consiste en outre à réaliser un codage de correction d'erreur sur le signal incident avant d'opérer la combinaison avec le signal de génération d'erreur, et en ce qu'il consiste à réaliser un décodage de correction d'erreur sur le signal obtenu après combinaison, et en ce que le codage de correction d'erreur et le décodage de correction d'erreur sont réalisés sur les en-têtes de cellules. 30 35
7. Dispositif de génération d'erreurs binaires dans un signal numérique incident de format et de débit correspondant aux normes d'un réseau de transmission donné, caractérisé en ce qu'il comporte : 40
  - des premiers moyens de mémorisation (21) dans lesquels sont enregistrés un ou plusieurs modèles prédéterminés de génération d'erreurs,
  - des deuxièmes moyens de mémorisation (10) à lecture et écriture dans lesquels est chargé le modèle désiré de manière à obtenir un signal numérique de génération d'erreur par lecture de ces deuxièmes moyens de mémorisation, 50
  - des moyens de commande (20) aptes à commander des opérations de lecture et d'écriture dans les deuxièmes moyens de mémorisation (10),
  - des moyens de combinaison du signal incident et du signal de génération d'erreur permettant de combiner ces signaux au rythme du signal incident. 55

8. Dispositif de génération d'erreurs binaires selon la revendication 7, caractérisé en ce que les deuxièmes moyens de mémorisation (10) comportent une première et une deuxième zone mémoire, en ce que le signal d'erreur (DM) est constitué de mots correspondant à des motifs d'erreur, ces motifs étant chargés dans la première zone mémoire, la deuxième zone mémoire comportant des mots correspondant au nombre de fois que doit être lu successivement un même motif, et en ce qu'il comporte un compteur d'adresse (103) permettant d'adresser les mémoires, ce compteur étant incrémenté après attente du nombre de cycle contenu dans la deuxième zone mémoire (102).
9. Dispositif de génération d'erreurs binaires, selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il comporte en outre des moyens de codage de correction d'erreur (4) placés en amont des moyens de combinaison (2) et des moyens de décodage/de correction d'erreur (5) placés en aval des moyens de combinaison.
10. Dispositif de génération d'erreur binaire, selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens de combinaison sont réalisés par un OU exclusif.

FIG\_1

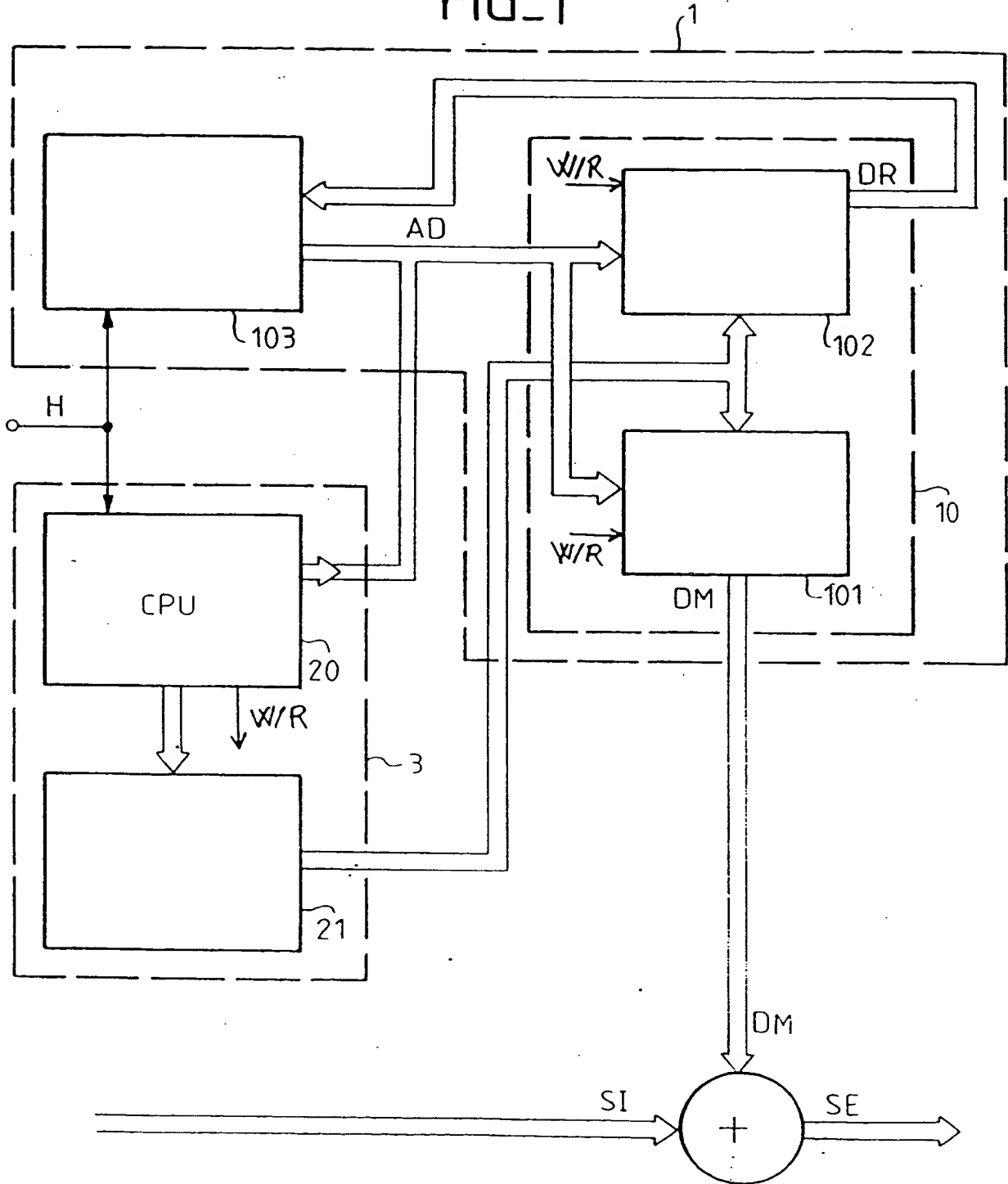
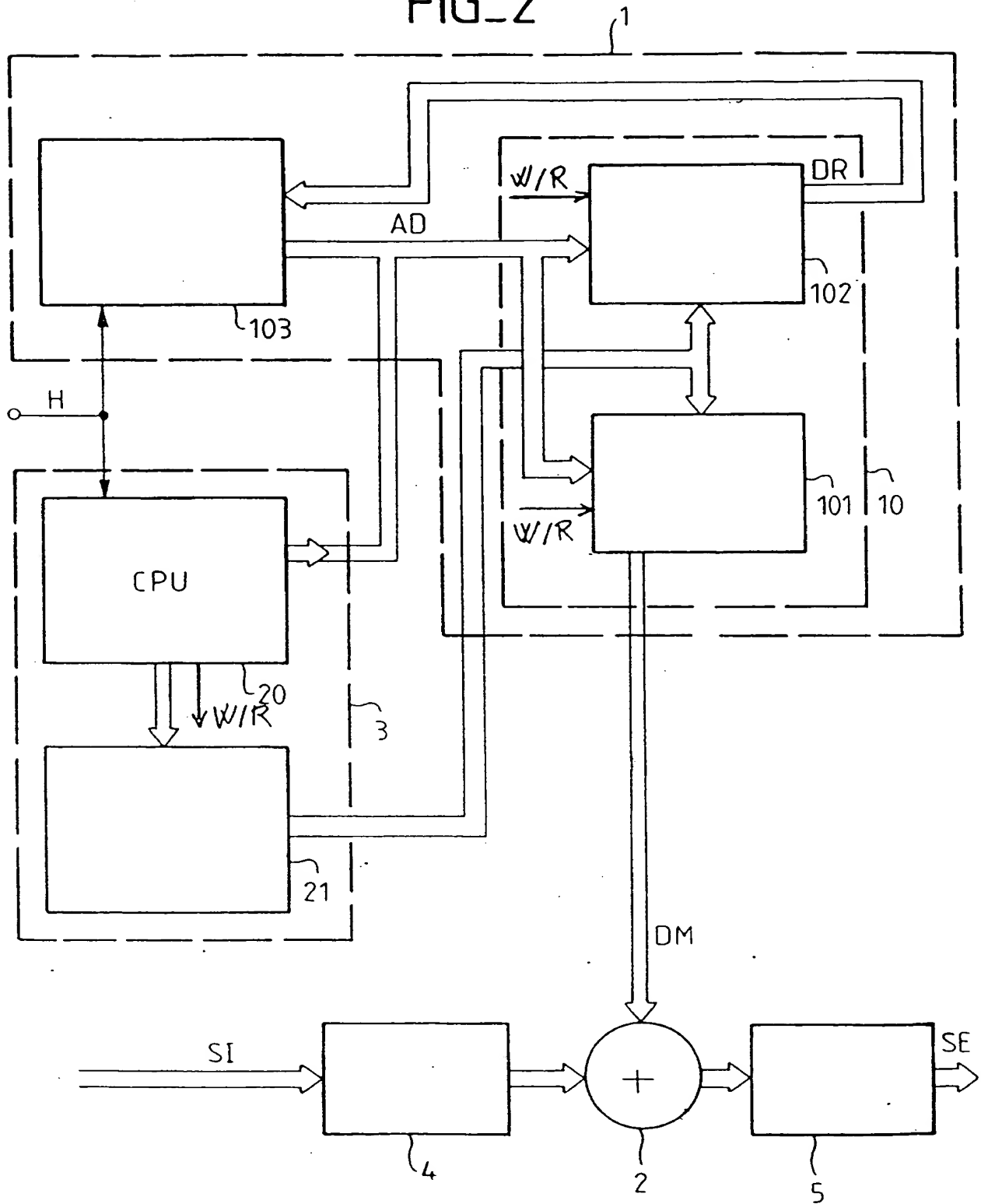


FIG. 2





Office européen  
des brevets

# RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande  
EP 93 40 3013

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.5)
A	US-A-4 669 081 (MATHEWES, JR. ET AL.) * abrégé; figures 1-4 * * colonne 2, ligne 5 - colonne 2, ligne 68; revendications 1-7 *	1	G06F11/26 H04J3/14
A	IEEE DESIGN & TEST OF COMPUTERS vol. 5, no. 3, Juin 1988, LOS ALAMITOS US pages 31 - 42 GHOSH S. 'Behavioral-level fault simulation' * page 32, colonne 2, ligne 16 - page 34, colonne 1, ligne 27 *	1-2	
A	CONFERENCE PROCEEDINGS 1991 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEMS, MAN AND CYBERNETICS CHARLOTTESVILLE, VIRGINIA, US pages 2055 - 2060 GHOSH S. 'NODIFS: A Novel, distributed circuit-partitioning based algorithm for fault simulation of combinational and sequential digital designs on loosely-coupled parallel processors' * page 2057, colonne 2, alinéa 2.2 - page 2058, colonne 1, alinéa 4 *	1-4	
A	EP-A-0 305 036 (HEWLETT-PACKARD CO.) * abrégé; figure 1 * * colonne 1, ligne 5 - colonne 2, ligne 40 * * colonne 4, ligne 26 - colonne 5, ligne 37 * * revendication 1 *	1-10	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.5)  G06F H04J
Lieu de la recherche <b>LA HAYE</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>4 Février 1994</b>	Examineur <b>Sarasua Garcia, L</b>
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1501 (12/92) (PCT/CE)